



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina

Unidad de Posgrado

Programa de Segunda Especialización en Medicina Humana

**Uso del índice de pulsatilidad en el seguimiento de
pacientes neurocríticos**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el Título de Especialista en Medicina Intensiva

AUTOR

Maria Mercedes CHUMBE MENDOZA

ASESORES

Ana María VALENCIA CHÁVEZ

Juan Luis CAM PAUCAR

Lima, Perú

2007



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Chumbe M. Uso del índice de pulsatilidad en el seguimiento de pacientes neurocríticos [Trabajo de investigación]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Unidad de Posgrado; 2007.

Dedicado a lo que más amo, mi país y mi familia.

USO DEL INDICE DE PULSATILIDAD EN EL SEGUIMIENTO DE PACIENTES NEUROCRTICOS

Introducción. El *Doppler Transcraneano* con parámetros como *Velocidad de flujo* e *Índice de Pulsatilidad*; ofrece la posibilidad de monitoreo fidedigno en forma intermitente incluso en pacientes en coma, intubados o con poca respuesta clínica por estar bajo sedación. En nuestro medio aún esta técnica de monitoreo no está muy difundida en el monitoreo de pacientes en las Unidades de Terapia Intensiva.

Material y métodos. Se realizó un estudio observacional retrospectivo revisando el archivo de los pacientes neurocriticos ingresados a la Unidad de Cuidados Neurointensivos del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas y los registros Doppler archivados en el Servicio de Neurovasculares de la Institución entre el 1° de enero al 31 de diciembre del 2006. Se obtuvo una población total de 73 pacientes.

Resultados y Discusión. De estos 73 pacientes, 10 de los cuales cumplieron con lo criterios de inclusión y contaron con registro de seguimiento por *Doppler Transcraneano*; de los cuales siete tuvieron evolución favorable; y tres desfavorable. Usando la Prueba estadística de Mann Whitney para muestras independientes; no encontramos diferencia estadísticamente significativa entre los *Índices de Pulsatilidad* de los pacientes con evolución favorable con respecto a los de evolución neurológica desfavorable. Observándose una media aritmética de 3,4 para el grupo con evolución desfavorable y de 1,7 para el que evolucionó en forma favorable. Con relación a la *Velocidad Media de Flujo (Vmf)* Doppler y utilizando la misma prueba; con un nivel de confianza del 95% encontramos que hay diferencia significativa entre las máximas Velocidades Medias de flujo de los pacientes y la evolución neurológica; observándose una media de 113cm/s para el grupo que evolucionó favorablemente y de 33cm/s para el de evolución desfavorable.

Conclusión. Encontramos mayores valores de *Índices de pulsatilidad* entre aquellos pacientes que evolucionaron desfavorablemente aunque la diferencia no llega a ser estadísticamente significativa. Además existe asociación positiva entre mayores *Velocidades medias de flujo* doppler y evolución neurológica favorable.

Palabras clave: DTC: Doppler Transcraneano IP: Índice de Pulsatilidad

Vmf: Velocidad Media de Flujo Doppler

USO EL INDICE DE PULSATILIDAD EN EL SEGUIMIENTO DE PACIENTES NEUROCITICOS

INTRODUCCIÓN

Los pacientes de cuidados intensivos con extrema gravedad requieren la utilización de equipos y recursos médicos de alta complejidad y es frecuente que las expectativas del propio médico sobre el futuro del paciente, así como de la familia, puedan influir en el nivel de apoyo intensivo que se le suministre al propio paciente así como en la decisión de retirada de medidas de soporte.

El desarrollo del cuidado intensivo del paciente crítico ha incrementado nuestra capacidad para monitorizar, diagnosticar y tratar pacientes críticamente enfermos, consecuentemente el cuidado del paciente crítico se ha desarrollado las últimas cuatro décadas.

Existe actualmente una variedad de instrumentos disponibles para valorar el estado de severidad y de resultado en pacientes críticos entre ellos el Doppler Transcraneano que se puede realizar en la cabecera del paciente; en forma intermitente incluso en pacientes en coma, intubados o con poca respuesta clínica por estar bajo sedación.

Para valorar el beneficio del cuidado neurocrítico *Hiren C. Patel et al* (2002) estudiaron retrospectivamente 285 pacientes entre 18 y 65 años con el Diagnóstico de Trauma Craneal que se beneficiaron de manejo intensivo y que requerían intubación orotraqueal y ventilación mecánica. Se valoró con Escala de Glasgow la evolución a los 6 meses. Observaron un incremento significativo en evolución favorable en los pacientes con trauma craneal severo (40,4 vs. 59,6%). El porcentaje de evoluciones desfavorables fue también más alto (66,6%) en aquellos que requirieron intervenciones más complejas para optimizar PIC (Presión Intracraneana) y la PPC (Presión de Perfusión Cerebral). El estudio concluye que una terapia guiada con monitoreo de PIC y de PPC es benéfica en pacientes con Trauma Craneal severo.

(2)

Boon Cheng Pang et al (2007) estudiaron un modelo híbrido de valoración pronóstico en 513 pacientes con Trauma Craneal Severo cerrado. Valoraron 16 variables, entre ellas: edad, sexo, grupo étnico, mecanismo de injuria, presencia de

hemorragia, hipoxia o hipotensión, presencia de coagulopatía, anormalidades pupilares y puntuación en la escala de Glasgow logrando PPC mayores de 60 y PIC menores de 20, así como euvoemia, euglicemia y normotermia. Concluyeron un valor predictivo para este Score a los 6 meses de 49,79 a 81,49%. (3)

Seller RW et al (1988) estudiaron en forma prospectiva 153 pacientes con Hemorragia Subaracnoidea de causa aneurismática sometidos al mismo protocolo; que incluía TAC inicial, Doppler Transcraneano, Angiotomografía y/o angiografía. Recibieron tratamiento con nimodipino EV 2mg/h una vez confirmado el Diagnostico. Finalmente tuvieron 90 pacientes (59%) con recuperación completa, la morbilidad fue de 14% (21 de 153 casos) y la mortalidad 27% (42 de 153 casos). Entre las causas de discapacidad y muerte encontraron 25 casos (16,3%) secundario al sangrado inicial, resangrado en 15(9,8%), infarto cerebral posterior en 8(5,2%) complicaciones quirúrgica en 7 casos (4,5%) hidrocefalia en 4 (2,6%) y complicaciones medicas en 4(2,6%).(12)

Seiler RW et al (1988) estudiaron mediante Doppler Transcraneal y tomografía la relación existente entre la Velocidad de flujo Doppler y la clínica en 39 pacientes con diagnostico de Hemorragia subaracnoidea. Evidenciaron que velocidades mayores de 200cm/s se asociaron a mayor tendencia a isquemia y concluyeron que incrementos en la velocidad de flujo preceden a las manifestaciones clínicas de isquemia. (16)

Allendoerfer et al (2006) estudiaron la utilidad pronostica del estudio de Ultrasonografía Doppler en pacientes con Stroke estudiando en forma prospectiva pacientes con signos clínicos de isquemia de territorio vascular anterior; estos fueron divididos en tres grupos; aquellos con estudios en ACM normal, con obstrucción de rama y aquellos con obstrucción de rama principal. Se identificaron 361 pacientes con déficit moderado a severo por el Score NINDS. De estos 121(34%) tuvieron un estudio de ACM normal, 176 (48%) tuvieron oclusiones de rama o parciales, 7(2%) tuvieron estenosis severa de la ACM, y 57 (16%) tuvieron obstrucción de rama principal. Cincuenta de 57 pacientes (88%) con obstrucción de rama principal murieron o quedaron dependientes tres meses post Stroke. La oclusión de una rama principal dentro de las 6 primeras horas post stroke fue un factor independiente de pobre pronostico ($p = 0,0006$). (1)

Aaslid R et al (1984) evaluaron 38 pacientes y encontraron velocidades de flujo de 120cm/s a 230 cm/s en arterias cerebrales medias informadas como espásticas por estudio

angiográfico. Las velocidades de flujo en estos pacientes tuvieron una relación inversa al diámetro de las mismas. (4)

Aaslid R et al (1986) estudiaron mediante ultrasonido Doppler velocidades de flujo en arterias cerebrales de 21 pacientes con hemorragia subaracnoidea espontánea. El grado de vasoespasma evaluado por esta técnica fue semejante al reportado en estudios angiográficos. En 82% de pacientes un incremento de velocidades de flujo de 120cm/s a más se encontró en la segunda y tercera semana post hemorragia. Velocidades de flujo mayores de 200cm/s se consideraron espasmo severo. (5)

Fredrik- kart Lindegaard et al (1987) observaron en 7 pacientes los valores de Velocidad Media en arteria cerebral media y en arteria carótida interna ipsilateral usando el Doppler Transcraneal. La media de flujo en arteria carótida interna fue de 167 a 399 mL/min. y la velocidad media promedio en Arteria Cerebral Media fue de 32cm/s a 78cm/s. La relación entre volumen sanguíneo cerebral y velocidad de flujo fue prácticamente lineal. (6)

Lennihan L, et al (1993) estudiaron la sensibilidad del Doppler Transcraneal en la detección en la detección de vasoespasma en pacientes con Hemorragia Subaracnoidea. Se realizaron estudios Doppler Transcraneal y angiografía a 41 pacientes. La sensibilidad y especificidad del estudio Doppler Transcraneal para la detección de vasoespasma fue evaluada en 120cm/s y 140cm/s en pacientes con vasoespasma angiográfico para Arteria cerebral media y Arteria cerebral anterior. Para la Arteria cerebral media la sensibilidad se estimó en 86% y la especificidad 98%. Para la cerebral anterior la sensibilidad fue de 45% y la especificidad 96%. (7)

Creissard P, t al (1995) estudiaron la distribución del vasoespasma angiográfico en 40 pacientes. Se encontró una sensibilidad teórica de 76%. El Doppler Transcraneal permanece como un instrumento de baja sensibilidad en la detección de vasoespasma secundario a rotura de Aneurisma de la Arteria Comunicante anterior (55%); de sensibilidad media para vasoespasma post rotura de aneurisma de la carótida interna (72%) y de excelente sensibilidad para el vasoespasma secundario a rotura de aneurisma de arteria cerebral media (93%) (8)

Petty GW et al realizaron estudios Doppler Transcraneal en 54 pacientes en estado de coma en un periodo de 1 año. De 49 pacientes con exámenes DTC adecuadamente realizados, 23 cumplieron con criterios de muerte cerebral clínica y EEG (21) El Doppler Transcraneal evidenció en al menos dos arterias intracraneales flujo diastólico reverberante o pequeñas espigas sistólicas en 21 pacientes con diagnóstico de muerte cerebral clínica. Concluyen que el estudio Doppler puede ser una alternativa al EEG en la confirmación de muerte cerebral. (9)

Klingelhofer J et al (1987) estudiaron la relación entre la presión intracraneal y los patrones de flujo sanguíneo cerebral. Midieron la velocidad media de flujo sanguíneo cerebral con EME TC 2-64_ dispositivo de Doppler Transcraneal en 26 pacientes que sufrían diversas enfermedades cerebrales severas. Simultáneamente se midieron los valores de PIC mediante un dispositivo epidural. En todos los pacientes observaron cambios importantes cuando la PIC se incrementaba, estos cambios se caracterizaron por una disminución de la velocidad media de flujo y un incremento del Índice de Resistencias o de Pourcelot ($V_s - V_d / V_s$). Una correlación significativa ($p < 0,001$) se encontró entre la PIC y los parámetros de flujo (especialmente con el producto $PAM \times \text{Índice de Pourcelot} / \text{Velocidad media de flujo}$) (10)

Grolimund et al (1987) estudiaron 1039 pacientes mediante Doppler cervical y Transcraneal. Comparado con angiografía la eficacia del Doppler en la detección del flujo colateral en polígono de Willis fue de 94% y de 88% para circulación anterior y posterior respectivamente en al menos dos arterias intracraneales. La disminución del calibre arterial secundario a vasoespasmo fue diagnosticada con una sensibilidad de 80%. En pacientes con hemorragia subaracnoidea sin aneurisma por angiografía se evidenció 56% de vasoespasmo y en HSA con aneurisma confirmado 93% de vasoespasmo. El Doppler se caracterizó por velocidades altas y pulsatilidad elevada en los pacientes con Malformación arteriovenosa. (11)

Burch CM et al (1996) estudiaron la eficacia del Doppler Transcraneano en la detección de vasoespasmo en arterias cerebral media y carótida interna; estudiaron 49 pacientes con Hemorragia subaracnoidea y evaluaron 90 Arterias carótidas internas intracranianas (ACII) y 87 arterias cerebrales medias (ACM) durante el periodo de vasoespasmo. Cuando se usó el criterio de 130cm/s para valorar vasoespasmo, la especificidad fue de 100% para ACII y 96% para ACM; con valores predictivos positivos de 100% y 87% respectivamente. (13)

Matte H. et al (1988) estudiaron mediante DTC 61 pacientes con enfermedad de ACM y los compararon contra 535 controles. Por tomografía, angiografía y/o autopsia los pacientes fueron clasificados en tres grupos: aquellos con lesiones obstructivas centrales; o en ramas periféricas o estenosis completa de la ACM.. Objetivaron reducción global de la velocidad de flujo en ACM; que fue más marcada ante lesiones periféricas de la ACM. (14)

Hurst et al (1993) valoró la utilidad del Doppler en el seguimiento de dos pacientes post corrección angiográfica de vasoespasmo. La persistencia de velocidades elevadas pese a la corrección anatómica sirvió en la detección angiográfica de recurrencia de vasoespasmo. Los autores concluyen que el estudio Doppler es útil en

el seguimiento post tratamiento neuroradiológico; así como que la persistencia de velocidades de flujo elevadas post angioplastia sugiere la necesidad de repetir el estudio angiográfico. (15)

Sloan et al (1994) estudiaron la utilidad del Doppler transcraneano en la detección de vasoespasmó en territorio vertebrobasilar. Se realizaron estudios Doppler en 59 pacientes considerando una velocidad ≥ 60 cm/s como diagnóstico de vasoespasmó: para la arteria vertebral, 7 verdaderos positivos, 42 verdaderos negativos, 6 falsos positivos y 9 falsos negativos; y para la arteria basilar 10 verdaderos positivos, 23 verdaderamente negativos, 6 falsos negativos y 3 falsos negativos. a quienes se le había realizado estudio angiográfico concluyeron que el Doppler tiene una buena especificidad en la detección de vasoespasmó en arteria vertebral y buena sensibilidad y especificidad en la detección del vasoespasmó en arteria basilar. Encontrando una alta especificidad (100%) en la detección de vasoespasmó de arterias vertebral y basilar cuando las velocidades de flujo fueron $> \geq 80$ y 95cm/s respectivamente. (17)

Rommer B et al (1996) estudiaron 67 pacientes entre 2 y 70 años que habían sufrido trauma craneal cerrado mediante Doppler y tomografía de emisión de positrones (SPECT).En 27 pacientes (40%) se encontró HSA. as velocidades de flujo excedieron los 100cm/s en 22 pacientes. Once (47%) de los 27 pacientes con HSA tuvieron velocidades de flujo mayores de 100cm/s, comparado con 11(28%) de los pacientes sin evidencia de HSA en la tomografía.

Se realizó estudio de SPECT a 6 de los pacientes con velocidad de flujo mayor a 120cm/s, se identificó 5 pacientes con vasoespasmó y 1 pacientes con hiperemia global. La relación ACM/ACI se correlacionó bien con la distribución del flujo sanguíneo cerebral en estos seis pacientes. (18)

Bellner J et al (2004) estudiaron en forma prospectiva en 81 pacientes hospitalizados en la unidad de cuidado intensivo, portadores de un catéter de monitoreo de la PIC intraventricular Velocidades de flujo en arteria cerebral media e Índice de pulsatilidad calculado ($Velocidad\ sistólica\ pico - Velocidad\ diastólica/Velocidad\ media\ de\ flujo$).Encontraron una correlación significativa ($p < 0,0001$) entre la *Presión intracraneana (PIC)* y el *Índice de Pulsatilidad (IP)*.Hallaron una correlación inversa entre la *Presión de Perfusión cerebral* y el *Índice de*

Pulsatilidad fue también significativa ($p < 0,0001$). Los autores concluyen que independientemente de tipo de patología intracraniana, existe una correlación fuerte entre el *IP* y la *PIC*. (19)

Calderón et al (2006) estudiaron en forma retrospectiva pacientes con Trauma craneal Grave a los que se les midió Pico de flujo sistólico, Velocidad Media e Índice de Pulsatilidad. Valorando su evolución según las escalas de Rankin y Glasgow al alta. Se evaluaron 14 pacientes; 3 con evolución neurológica favorable en los que se encontraron Índices de Pulsatilidad menores de 1 y 11 pacientes con evolución desfavorable en los que se encontraron Índices de Pulsatilidad ≥ 1 . No se encontró correlación pronóstica para la Velocidad Sistólica Pico y la *Velocidad Media de Flujo*.

Schmidt et al (2001) estudiaron en forma prospectiva 25 pacientes con trauma craneal internados en UCI, sedados, con monitoreo invasivo de Presión intracraniana y Presión arterial sistémica y compararon la Presión de Perfusión Cerebral hallada con la PPC calculada por estudio Doppler mediante la siguiente formula $PAM \times VFd / VFm + 14$. Realizaron 108 mediciones de velocidades de flujo en arteria cerebral media derecha e izquierda y encontraron una diferencia menor de 10 mmHg entre la PPC hallada y la calculada por Doppler en 89% de casos y menor de 13 mmHg en 92% de casos. El estudio concluye que su uso es de beneficio potencial en el monitoreo continuo o intermitente de la Presión de perfusión cerebral en pacientes en quienes no es posible el monitoreo invasivo o es cuestionado. (20)

Tsivgoulis Georgios et al (2007) estudiaron mediante Angiotomografía y Doppler 132 pacientes con cuadro de isquemia aguda. Comparando Doppler transcraneal con Angiotomografía encontraron 34 falsos positivos, 9 falsos negativos, 5 falsos positivos y 84 estudios verdaderos negativos (79,1% y 94,3% sensibilidad y especificidad estimadas respectivamente) Con un valor predictivo positivo de 87,2% y predictivo negativo de 90,3%. El estudio concluye que el estudio Doppler puede complementar el estudio Angiotomográfico con información en tiempo real de los flujos de las arterias cerebrales. (21)

Chan KH et al (1992) estudiaron mediante velocidad de flujo doppler 121 pacientes con trauma craneal entre leve, moderado y severo. Encontraron velocidades media de flujo menores en aquellos con TEC severo (35,8cm/s) moderado (45,5cm/s) y leve (51,7cm/s) comparado con los 60 pacientes del grupo control. Los resultados de velocidad de flujo en ACM fueron comparables al Glasgow al ingreso más no al de egreso. Se observó persistencia de velocidad de flujo baja en 10 pacientes que evolucionaron a la muerte dentro de las 72 horas post admisión. Una velocidad de flujo menor de 28cm/s al ingreso predijo la

muerte en 80% de casos. En los pacientes que evolucionaron favorablemente se observó incremento de la velocidad de flujo de 36,2cm/s a 47,8 cm/s entre el momento de admisión y alta del servicio. Además en aquellos que permanecieron con la velocidad de flujo baja se evidenció también mayor discapacidad a los seis meses. (22)

Moreno José et al (2006) estudiaron mediante Doppler Transcraneal en forma prospectiva 125 pacientes con trauma craneal grave con Glasgow <9 y correlacionaron sus hallazgos con la Presión Intracraneana (PIC) y la Presión de perfusión cerebral (PPC) evaluando a los 6 meses el resultado según la escala de Glasgow. Discapacidad moderada o recuperación completa como “buen” resultado, y muerte, estado vegetativo o discapacidad severa como “mal” resultado. La velocidad media encontrada en pacientes con buena evolución fue de 44cm/s y en aquellos con mala evolución fue de 36cm/s. Los Índices de Pulsatilidad (IP) encontrados fueron de 1 en el grupo con buen resultado y de 1,56 en el de mala evolución. Se evidenció correlación estadísticamente significativa entre la *PIC* y la *PPC* con el *IP*. Concluyeron que el estudio ultrasonográfico o Doppler realizado dentro de las primeras 24 horas de admisión es útil en la predicción de resultado a 6 meses de los pacientes con trauma craneal.(23)

Las últimas décadas la Ultrasonografía está permitiendo mediante el Doppler Transcraneano el estudio del flujo sanguíneo cerebral. La revisión de estudios realizados en el mundo en su mayoría son en pequeñas muestras de pacientes; no existen precedentes publicados de investigaciones en el Perú.

En nuestro país su aplicación aún no está difundida en el monitoreo de pacientes en las Unidades Cuidado Intensivo.

Este estudio busca encontrar asociación entre los valores de Índice de pulsatilidad y Velocidades de flujo hallados por Doppler Transcraneano registrados en el monitoreo en arteria cerebral media en relación a la evolución clínica de los pacientes neurocríticos ingresados en la Unidad de Cuidados Neurointensivos del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas.

El conocimiento teórico sobre la relación directamente proporcional que existe entre Presión intracraneana y el Índice de Pulsatilidad medido en Arteria Cerebral Media nos ha llevado a plantear este estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

El grupo de estudio fue identificado mediante un estudio observacional retrospectivo investigando el archivo de los pacientes neurocriticos ingresados a la Unidad de Cuidados Neurointensivos del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas y los registros Doppler archivados en el Servicio de Neurovasculares de la Institución entre el 1° de enero al 31 de diciembre del 2006.

Se obtuvo una población total de 73 pacientes; 10 de los cuales cumplieron con los criterios de inclusión y contaron con registro de seguimiento por Doppler Transcraneano durante su periodo de internamiento en el periodo observado.

El número mínimo de observaciones o mediciones registradas fue uno y el máximo hasta 6 observaciones por paciente.

Criterios de Inclusión:

- Mayores de 14 años, no gestantes.
- Pacientes que cuenten con al menos un estudio Doppler con valoración de Velocidad Media de Flujo e Índice de Pulsatilidad, realizado durante su Internamiento.
- Pacientes con valoración Clínica explícita (Valoración de puntuación de Glasgow) registrada en Historia al ingreso y egreso de la Unidad de Cuidados Neurointensivos del INCN.

Criterios de Exclusión:

- Pacientes menores de 14 años, gestantes.
- Pacientes sin registro de monitoreo neurológico

Doppler Transcraneal

Christian Andreas Doppler, físico, matemático astrónomo fue el primero en describir el principio Doppler en 1843. Aaslid introdujo el término Doppler Transcraneal para definir una técnica de monitorización no invasiva de la velocidad de flujo sanguíneo de las arterias cerebrales en 1982.

El Doppler Transcraneal está basado en el uso de una onda ultrasónica de 2mHz, pulsada, que atraviesa el cráneo a través de orificios denominados ventanas y que es reflejada revelando la trayectoria de los eritrocitos en movimiento.

Velocidad de flujo Doppler

La Velocidad de flujo (Vf) es calculada en relación a un espectro que corresponde a la Velocidad de flujo máxima que se crea por cada ciclo cardiaco en las arterias cerebrales y que el DTC permite evaluar a través de tres ventanas diferentes (temporal, orbital y foraminal).

La arteria cerebral media (ACM), estudiada a través de la ventana temporal es la más utilizada en la valoración clínica de los pacientes porque recoge el 60% del flujo sanguíneo de la carótida ipsilateral.

La diferencia entre la señal emitida y la señal recibida o transmitida se define como “cambio o efecto Doppler” y se puede expresar en la siguiente fórmula:

$$\text{Cambio en Frecuencia Doppler} = 2 \times V \times F_t \times \cos \theta \times C$$

Donde V = Frecuencia del reflector. Ft = Frecuencia transmitida

C = Es la velocidad del sonido en el tejido blando.

Cosθ = Factor de corrección basado en el ángulo de insonación.

Si la dirección del flujo sanguíneo es la misma a la que se emite el rayo ultrasónico, el ángulo de insonación será cero y la velocidad registrada será igual a la real.;dada la disposición anatómica de la ventanas ultrasónicas óseas y los vasos que se estudian a través de cada una, el ángulo máximo que puede existir entre las diferentes arterias de la base del craneo y la dirección del rayo ultrasónico es de 30° C (en este caso extremo la velocidad calculada seria 87% de la real).Si el ángulo oscila entre 0° y 30°, su coseno varía entre 1 y 0,86 .Dándonos un error máximo posible de 13,5%.Por tanto si asumimos un diámetro de vaso insonado constante, cambios en la Velocidad en el segmento vascular insonado, traducirán cambios en el Flujo sanguíneo cerebral que pasa a través de él.

El DTC ofrece esta información en forma de ondas de velocidad en tiempo.

Las velocidades de flujo varían en alrededor de 10% y variaciones mayores al 14% se considerarían anormales.

Se utilizan seis factores para identificar la arteria insonada:

- 1.-La ventana a través de la cual el vaso es insonado.
- 2.-La profundidad
- 3.-La orientación del trasducer.

4.-La dirección del flujo sanguíneo con relación al transducer.

5.-La relación del vaso en relación a la unión de la ACM y la ACA.

6.-La respuesta a maniobras dinámicas (tales como la compresión de la carótida ipsilateral)

La velocidad de flujo (VF) puede estar influenciada por el Flujo sanguíneo cerebral (FSC), el ángulo de insonación, el diámetro del vaso y la presencia de flujo colateral. Los valores de las velocidades medias de flujo en adultos saludables oscilan entre 35 y 90 cm./s bajo condiciones fisiológicas normales y están influenciados por factores fisiológicos y demográficos.

Determinantes fisiológicos incluyen la PAM, la presión parcial de CO₂, ejercicio, ciclo menstrual, hematocrito.

Entre los factores demográficos se consideran la edad, el sexo, el embarazo y el estado de vigilia. La edad puede afectar la Velocidad Media de flujo en Arteria cerebral Media (ACM), al nacer es alrededor de 24cm/s, incrementándose a 100cm/s hacia los 4 a 6 años. Disminuyendo gradualmente hacia los 70 años. La mujer generalmente tiene VF mayores que los hombres aunque la diferencia es pequeña entre 10 y 15%. La velocidad de flujo es mantenida constante durante los primeros dos trimestres de embarazo para descender hacia el tercer trimestre. La velocidad de flujo cae aproximadamente 15% durante el sueño.

Si asumimos un flujo sanguíneo cerebral constante, teniendo al paciente hemodinamicamente estable; entonces los cambios en las Velocidades de flujo en ACM serían proporcionales al área seccionada de la ACM. Una velocidad de flujo mayor de 120cm/s es considerada anormal. Sin embargo en patologías como el aneurisma y la hemorragia subaracnoidea postraumática coexisten patologías como el vasoespasma, la hiperemia y oligoemia.

Factores que INCREMENTAN la Velocidad de Flujo Doppler son:

- 1.-Hiperemia
- 2.-Vasoespasma
- 3.-Preeclampsia
- 4.-Aumento del PaCO₂
- 5.-Envejecimiento, Malformación arteriovenosa, meningitis.

Entre los factores que DISMINUYEN la velocidad de flujo Doppler tenemos:

- 1.-Hipotensión
- 2.-Incremento de la Presión intracraneana
- 3.-Muerte cerebral
- 4.-Disminución de la PaCO₂
- 5.-Embarazo, hipotermia, falla hepática fulminante.

En la envoltura del monograma Doppler se pueden identificar diferentes puntos que sirven para caracterizarlo: la *velocidad sistólica pico (Vs)*, la *velocidad diastólica fina l(Vd)*, y la *Velocidad Media(Vm)*. La velocidad sistólica pico está relacionada con la fuerza de entrada al sistema vascular intracraneano, la velocidad diastólica final está más en relación con las resistencias cerebrovasculares. La Velocidad Media que es la que utilizaremos en este estudio es la media en el tiempo de las diferentes velocidades de la envoltura; es decir el promedio de la velocidad de las partículas que se mueven en el centro de un vaso.

La siguiente tabla presenta los valores normales para las diversas arterias cerebrales

Artery	Window	Depth (mm)	Transducer orientation	Flow direction	Velocity (cm/s)
OA	Orbital	40–50	Slightly medial	Toward	16–26
MCA	Temporal	35–60	En face	Toward	46–86
ACA	Temporal	60–75	Anteriorly	Away	41–76
PCA	Temporal	60–75	Posteriorly	Toward	33–64
VA	Foraminal	45–75	Superiorly and obliquely	Away	27–55
BA	Foraminal	70–120	Superiorly	Away	30–57

Vasoespasmo cerebral

El diagnóstico de vasoespasmo mediante el Doppler Transcraneal se basa en el principio hemodinámico en el que la velocidad de flujo en una arteria está relacionada en forma inversa al área del lumen de dicha arteria. Así se considerará *Vasoespasmo cerebral* en Arteria Cerebral media toda Velocidad > 120cm/s.

En 1988 Lindegaard propuso un índice para distinguir VASOESPASMO de HIPEREMIA. En el contexto de una velocidad de flujo incrementada un cociente o un Índice de Lindegaard menor de 3 es considerado hiperemia, un cociente entre 3 y 6 Vasoespasmo moderado y mayor de 6 como Vasoespasmo severo.

Índice de Pulsatilidad

El índice de Pulsatilidad brinda información relativa la mayor o menor dificultad que encuentra el flujo sanguíneo para avanzar a través de la arteria insonada. Se encuentra definido en la siguiente fórmula:

$$PI = \left(\frac{PSV - EDV}{MV} \right)$$

PI: Índice de Pulsatilidad

PSV: Velocidad sistólica pico

EDV: Velocidad diastólica final.

Su valor normal esta definido entre 0,8 a 1,2 y se relaciona en forma directa a la Presión intracraneana (PIC) e inversa a la Presión de Perfusión cerebral (PPC).

Entre los factores que INCREMENTAN el **Índice de Pulsatilidad** tenemos:

- 1.-Aumento de la Presión intracraneana
- 2.-Trauma craneal
- 3.-Recalentamiento
- 4.-Malformación arteriovenosa.
- 5.-Hiperemia.

Entre los factores que DISMINUYEN este **Índice** tenemos:

- 1.-Vasoespasmio
- 2.-Recalentamiento
- 3.-Malformación Arteriovenosa
- 4.-Hiperemia

Relaciona la diferencia de Velocidades de flujo sistólico-diastólico y la Velocidad media de flujo (*Vmf*) Doppler en Arteria cerebral media (*ACM*)

Índice de Lindegaard

Es la relación entre las Velocidades Medias de flujo en arterias cerebral media y arteria yugular interna ipsilateral. Un Índice de Lindegaard menor de 3 es considerado hiperemia, un cociente entre 3 y 6 Vasoespasmio moderado y mayor de 6 como Vasoespasmio severo. Es útil para diferenciar VASOESPASMO de HIPEREMIA.

Valoración neurológica de Glasgow

Es una escala universal cuantitativa de valoración neurológica que estudia tres aspectos: apertura ocular, respuesta verbal y respuesta motora; con una puntuación mínima de tres puntos y máxima de quince puntos. Para nuestro estudio se tomó la máxima puntuación registrada al ingreso y al egreso de la Unidad de Cuidados Neurointensivos.

Se tomó la mejor puntuación obtenida al ingreso y al egreso de la Unidad. Considerándose cualitativamente una evolución favorable aquella diferencia positiva y desfavorable una diferencia negativa o la no existencia de diferencia en la puntuación de ingreso y egreso a la Unidad

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el análisis se aplica el paquete estadístico SPSS, versión 11.5. La síntesis de los datos demográficos y clínicos se expresa en frecuencias absolutas y relativas porcentuales. Se examina el grado de asociación entre las variables de asociación e *Índices de Pulsatilidad y Velocidad de flujo* máximos registrados en Arteria Cerebral Media con la evolución favorable o desfavorable valorada mediante las pruebas Chi-cuadrado, Mann Whitney y se evalúa las ventajas (odds) y la razón de ventajas (OR) y sus respectivos intervalos de confianza al 95%. Todo resultado cuyo valor asociado de p es menor que 0.05 se consideró significativo.

RESULTADOS

Sobre un total de 84 pacientes ingresados a la Unidad de Cuidados Neurointensivos entre el 1º de enero y el 31 de diciembre del año 2006; se recolectaron datos de un total de 73 pacientes. Obteniéndose un 60% hombres y 40% mujeres, así como 80% menores a 65 años y 20% mayores; como se puede ver mediante los siguientes cuadros:

Tabla 1

SEXO

	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	43	58.9041096
Femenino	30	41.0958904
Total	73	100

EDAD

	Frecuencia	Porcentaje
Menor a 65 años	60	80
Mayor o igual a 65 a años	15	20
Total	75	100

*Para las diferentes pruebas de hipótesis el número de observaciones para cada muestra puede variar, debido a que a algunos pacientes no se les tomó algunos datos (que corresponden a las variables que se probarán) o no se les realizó las pruebas respectivas; considerándoselos como casos perdidos.

De estos 73 pacientes se obtuvo registros Doppler en diez; de los cuales siete tuvieron evolución favorable; y tres evolucionaron con puntuación de Glasgow menores o iguales en relación al momento de su ingreso. De estos tres dos fallecieron.

- Considerando la relación entre la máxima **Velocidad media de flujo** observada durante el internamiento en UCI y la **evolución neurológica** registrada.

Para estos 10 pacientes solo se tomaron las medidas máximas de velocidad de flujo alcanzada durante el monitoreo por DTC en arteria cerebral media. Para cada paciente se utilizó para el análisis el máximo valor registrado durante el monitoreo.

Máxima Velocidad de Flujo * Glasgow Crosstabulation

Count		Glasgow		Total
		Mala evolución	Buena evolución	
Máxima	18	1	0	1
Velocidad	37	1	0	1
de Flujo	44	1	0	1
	45	0	1	1
	75	0	1	1
	77	0	1	1
	118	0	1	1
	131	0	1	1
	164	0	1	1
	182	0	1	1
Total		3	7	10

La tabla de contingencia nos muestra ya de manera descriptiva que quienes presentaron mayores Velocidades Medias de flujo durante su monitoreo, presentaron una mejor evolución, caso contrario sucede con los pacientes que registraron menores velocidades de flujo.

Para contrastar la hipótesis estadísticamente, utilizamos el test de Mann Whitney para 2 muestras independientes.

Ranks

Glasgow		N	Mean Rank	Sum of Ranks
Velocidad máxima de flujo	Mala evolución	3	2	6
	Buena evolución	7	7	49
	Total	10		

Test Statistics^b

	Velocidad
Mann-Whitney U	.000
Wilcoxon W	6.000
Z	-2.393
Asymp. Sig. (2-tailed)	.017
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.017 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Diferencia glasgow (signo)

Al rechazarse la hipótesis nula. Se puede concluir que hay diferencia significativa entre las máximas velocidades de flujo de los pacientes que evolucionaron positivamente y los que no, con un nivel de confianza del 95%. Podemos decir entonces que existe asociación entre ambas variables.

Se observó una media de 113cm/s para el grupo que evolucionó favorablemente y de 33cm/s para el de evolución desfavorable; con valores que oscilaron entre 45 cm/s hasta 182cm/s. para los de evolución favorable y entre 18cm/s y 44 cm/s para los que evolucionaron en forma desfavorable.

- Con relación a los **Índices de pulsatilidad** y la evolución clínica valorada por la diferencial entre la puntuación máxima al ingreso y egreso de UCI según la **Escala de Glasgow**.

Con 10 observaciones y utilizando el máximo valor registrado del **Índice de pulsatilidad** para cada paciente, realizamos la prueba: con 3 pacientes de mala evolución, y 7 con evolución buena o favorable.

IPmax *Glasgow Crosstabulation

Count		Glasgow		Total
		Mala evolución	Buena evolución	
IPmax	.93	0	1	1
	1.08	0	1	1
	1.45	0	1	1
	1.59	0	1	1
	1.70	0	1	1
	2.00	1	0	1
	2.50	0	1	1
	2.96	1	0	1
	3.29	0	1	1
	5.25	1	0	1
Total		3	7	10

Utilizamos el test de Mann Whitney para 2 muestras independientes.

Ranks

	Diferencia	N	Mean Rank	Sum of Ranks
IPmax	Mala evolución	3	8.00	24.00
	Buena evolución	7	4.43	31.00
	Total	10		

Test Statistics^b

	IPmax
Mann-Whitney U	3.000
Wilcoxon W	31.000
Z	-1.709
Asymp. Sig. (2-tailed)	.087
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.117 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: Diferencia glasgow (signo)

No se rechaza la hipótesis nula por lo que podemos concluir que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los *Índices de Pulsatilidad* de los pacientes con evolución favorable con respecto a los de evolución neurológica desfavorable, con un nivel de confianza del 95%. Sin embargo cabe observar que el 100% de aquellos con evolución desfavorable tuvieron valores de *Índices de Pulsatilidad* mayores de lo normal. Observándose una media aritmética de 3,4 para el grupo con evolución desfavorable y de 1,7 para el que evolucionó en forma favorable.

Con relación a otros parámetros tales como *glicemia, temperatura, presión arterial media* al ingreso, uso de *vasopresores, hematocrito* y *días de estancia* en UCI que también se valoraron en este estudio; los resultados fueron los siguientes.

- Tomando como referencia los valores de *glicemia*; se consideraron dos grupos mayores y/o menores de 150mg/dL; en relación a su evolución neurológica no se encontró diferencia significativa en los valores máximos de glicemia de los pacientes con evolución positiva con respecto a los de evolución negativa.

Se realiza la prueba con 73 pacientes a los cuales se les registró los datos de glicemia, agrupados en 2 categorías: “Menor o igual a 150” y “mayor a 150”.

Glicemax_grup * Diferencia glasgow (signo) Crosstabulation

Count		Diferencia glasgow (signo)		Total
		Mala evolución	Buena evolución	
Glicemax_grup	Menor o igual a 150	11	10	21
	Mayor a 150	25	27	52
Total		36	37	73

Ya mediante la tabla se observa que la diferencia es muy pequeña, entre las evoluciones de las personas según el grupo de clasificación de glicemia.

Utilizando el test de Mann Whitney para 2 muestras independientes:

Test Statistics^a

	Glicemia
Mann-Whitney U	642.500
Wilcoxon W	1308.500
Z	-.331
Asymp. Sig. (2-ta	.741

a. Grouping Variable: Diferencia glasgow

Al no rechazarse la hipótesis nula se puede concluir que no encontramos diferencia significativa entre aquellos pacientes con *glicemias* mayores o menores o igual de 150mg/dL registrada al ingreso en los pacientes con evolución favorable y en los de evolución desfavorable, con un nivel de confianza del 95%. No encontrándose asociación entre ambas variables.

- Con relación a la ***Presión arterial media*** registrada al ingreso de los pacientes con relación a su evolución. Se realizó la prueba con 73 pacientes a los cuales se les registró los datos de presión arterial media.

Lo primero es aplicar una prueba de hipótesis de normalidad de los datos, mediante el test de Shapiro Wilk.

Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Presión Arterial Media al Ingreso UCI (mmHg)	.048	73	.200*	.991	73	.891

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Lo cual nos indica que hay normalidad.

Por lo tanto realizamos una prueba t para muestras independientes.

Independent Samples Test

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Presión Arterial al Ingreso UCI (mmHg)	.315	.577	.748	70	.457	4.5788	6.1227
			.747	69.517	.457	4.5788	6.1274

Con lo cual, podemos decir con un nivel de confianza del 95%, que no hay diferencia significativa en la *presión arterial media* registrada al ingreso de los pacientes con evolución favorable y aquellos con evolución desfavorable. Es decir no hay asociación entre ambas variables.

- Considerando el uso o no de *Vasopresores* tales como la dopamina durante el internamiento en relación a la evolución neurológica. Se realiza la prueba con 73 pacientes a los cuales se les registró el uso o no uso de vasopresores.

Uso de Vasopresores (Doppler) * Diferencia glasgow (signo) Crosstabulation

Count		Diferencia glasgow (signo)		Total
		Mala evolución	Buena evolución	
Uso de Vasopresores (Doppler)	No	8	21	29
	Sí	28	16	44
Total		36	37	73

Vemos ya mediante la tabla de contingencia, que hay mejor evolución para los que no usaron vasopresores y peor evolución para los que sí lo usaron.

Utilizamos la prueba Chi-cuadrado para variables nominales y muestras independientes.

	Test Chi-Cuadrado		
	Valor	gl	p - valor
Chi-Cuadrado de Pearson	9.0883203	1	0.00257247

Se rechaza la hipótesis nula. Si se encontró diferencia significativa entre la evolución neurológica de los pacientes que usaron Dopamina y los que no, con un nivel de confianza del 95%. Podemos decir entonces que existe asociación entre ambas variables; hay mejor evolución para los que no usaron vasopresores y peor evolución para los que sí lo usaron.

- Con respecto a los niveles de **Hematocrito** de los pacientes con evolución favorable y aquellos con evolución desfavorable. Se realiza la prueba con 67 pacientes a los cuales se les registró los datos de nivel de hematocrito, agrupándolos en 3 categorías: “Hematocrito < 22%” y “Entre 22% y 55%” y mayor de 55%; los que se redujeron finalmente a dos categorías dado que ningún dato resultó por encima de 55%.

Hematocrito * Glasgow Crosstabulation

Count		Diferencia glasgow (signo)		Total
		Mala evolución	Buena evolución	
Hematocrito	Menor a 22%	0	3	3
	Entre 22% y 55%	33	31	64
Total		33	34	67

Ya mediante la tabla se observa que la diferencia es muy pequeña, entre las evoluciones de las personas en cada grupo de clasificación de hematocrito.

Aplicando el test de Mann – Whitney para 2 muestras independientes, se tiene:

Test Statistics ^a	
	Hematocrito
Mann-Whitney U	511.500
Wilcoxon W	1106.500
Z	-1.733
Asymp. Sig. (2-tailed)	.083

a. Grouping Variable: Diferencia glasgow

No se encontró diferencia significativa entre la evolución de los pacientes de diferente nivel de *Hematocrito*, con un nivel de confianza del 95%. Podemos decir entonces que no existe asociación entre ambas variables.

- Considerando la *Temperatura máxima* al ingreso de los pacientes según su evolución. Se realizó la prueba con 73 pacientes a los cuales se les registró la temperatura máxima. Para probar la hipótesis con esas observaciones, el test de Mann- Whitney nos da los siguientes resultados:

Test Statistics ^a	
	Temperatura de internado
Mann-Whitney U	495.500
Wilcoxon W	960.500
Z	-.389
Asymp. Sig. (2-tailed)	.697

a. Grouping Variable: Diferencia glasgow (si

No se rechazó la hipótesis nula. Por lo tanto se concluye que no hay diferencia significativa entre la *Temperatura máxima* al ingreso de los pacientes que presentaron evolución favorable y desfavorable; con un nivel de confianza del 95%. Podemos decir entonces que no existe asociación entre ambas variables.

En cuanto a la valoración del grado de significancia del *Tiempo de internamiento* en UCI en relación a su evolución neurológica general.

Se realiza la prueba con 73 pacientes a los cuales se les registró el tiempo de internado, el cual agrupamos en 2 categorías: “Menor o igual a 7 días” y “Mayor a 7 días”.

Tiempo de internado UCI * Glasgow Crosstabulation

Count		Glasgow		Total
		Mala evolución	Buena evolución	
Tiempo de internado UCI	Menor o igual a 7 días	24	9	33
	Mayor a 7 días	12	28	40
Total		36	37	73

Vemos ya mediante la tabla de contingencia, que quienes tuvieron mejor evolución se internaron más de una semana, y quienes tuvieron una evolución desfavorable, se internaron menos de una semana en UCI.

Aplicando el Test de Mann – Whitney para 2 muestras independientes, se tiene:

Test Statistics^a

	Tiempo de internado UCI agrupado
Mann-Whitney U	384.000
Wilcoxon W	1050.000
Z	-3.609
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Grouping Variable: Diferencia glasgow (signo)

Se rechaza la hipótesis nula. Hay diferencia significativa en los días de internamiento en UCI entre los pacientes que presentaron evolución favorable y desfavorable, con un nivel de confianza del 95%. Podemos decir entonces que existe asociación entre ambas variables.

Tiempo de hospitalización de los pacientes:

Descriptivos		
		estadísticos
Tiempo de internamiento en el hospital	Media	19.90
	Mediana	11.00
	Minimo	0
	Maximo	90
	Rango	90
	Asimetría	1.139

La mediana es 11 días, es decir, el 50% de los pacientes se hospitalizaron menos de 11 días y el otro 50%, más de 11 días. El mínimo de días de hospitalización es 0 y el máximo 90. La asimetría mayor a 1 nos indica que hay algunos pocos pacientes que han estado hospitalizados bastante más días que 11 (la mediana), y por eso, la media es mayor a la mediana (estos pacientes hacen que la media sea mayor a la mediana).

DISCUSIÓN

El Doppler Transcraneano es un instrumento de diagnóstico y monitoreo no invasivo que permite el estudio del flujo sanguíneo cerebral.

El Doppler Transcraneano tiene un nivel alto de evidencia en el monitoreo del Vasoespasmo; para el resto de patologías su uso aún no tiene un grado de evidencia consolidado; sin embargo de los siguientes cinco patrones descritos por Doppler:

1.-Normal-Con velocidades de flujo normales e índices de pulsatilidad y resistencia normales.

2.-Alta resistencia: Índice de Pulsatilidad elevado que traduce una resistencia

cerebrovascular aumentada y velocidades medias de flujo bajas.

3.-Baja resistencia: Indices de pulsatilidad bajos, baja resistencia cerebrovascular y velocidades de flujo variable, baja, normal o alta.

4.-Baja velocidad: Con bajo flujo sanguíneo cerebral.

5.-Alta Velocidad: Velocidades medias de flujo altas; alto flujo sanguíneo cerebral e índices de pulsatilidad bajos. Traduce Vasoespasmo.

Es el patrón de altas resistencias con Indices de pulsatilidad elevados y bajas velocidades de flujo que traducen estados de Hipertensión Intracraneana el patrón más frecuente en las Unidades de Cuidado Intensivo. Encontrando para nuestro estudio solo tres casos de pacientes con velocidad de flujo en rango de Vasoespasmo; con una velocidad máxima registrada de 182cm/s. Además evidenciamos que las menores velocidades medias que traducían menor flujo sanguíneo cerebral se encontraron en los pacientes que evolucionaron en forma desfavorable.

A semejanza de estudios como el de *Moreno José et al* (2006) quien valoró evolución a los seis meses en relación a resultados hechos por doppler durante el internamiento, quien encontró que la velocidad media encontrada en pacientes con buena evolución fue de 44cm/s y en aquellos con mala evolución fue de 36cm/s y los Índices de Pulsatilidad (IP) encontrados fueron en promedio de 1 en el grupo con buen resultado y de 1,56 en el de mala evolución.; para nuestro estudio encontramos velocidades medias de flujo de 113cm/s para el grupo que evolucionó favorablemente y de 33cm/s para el de evolución desfavorable así como un Índice de Pulsatilidad promedio de 3,4 para el grupo con evolución desfavorable y de 1,7 para el que evolucionó en forma favorable. Evidenciándose mayores valores de velocidades de flujo en aquellos con mejor evolución así como mayores índices en el aquellos con evolución desfavorable.

Nuestros resultados son concordantes también con estudios hechos por *Chan KH et al* (1992) en pacientes con Trauma craneano donde encontraron que persistencias de velocidades medias de flujo bajas se asociaron a mal pronóstico; además encontraron menores velocidades de flujo en pacientes con mayor compromiso neurológico y viceversa.

El estudio retrospectivo de *Calderón et al* (2006) realizado en pacientes con trauma craneal

encuentra índices mayores de 1 para el grupo de peor evolución; en nuestro estudio no encontramos diferencia estadística significativa pero encontramos los mayores índices en el grupo de los que evolucionaron en forma desfavorable. Con valores de 2,0, 2,96 y 5,25. Encontrando un único paciente con índice de 2,5 que evolucionó favorablemente según los criterios establecidos para el estudio.

En las Unidades de Cuidado Intensivo se aplica sobre todo en pacientes con desorden vascular cerebral de origen isquémico o hemorrágico y en trauma craneal; en el seguimiento de pacientes con sospecha de edema cerebral.

La Hemorragia Subaracnoidea no traumática o espontánea se debe en un 70 a 90% de casos a la rotura de un aneurisma cerebral y las causas más frecuentes de muerte y discapacidad en esta entidad, además de los efectos del sangrado inicial, son el vasoespasma, el resangrado y la hidrocefalia.

En el Trauma craneoencefálico, patología que cuenta con fases en su evolución; el Doppler Transcraneano nos permite conocer el momento fisiopatológico y la adopción de la conducta terapéutica más idónea que cada caso amerite.

Los diagnósticos de los pacientes monitoreados en este estudio fueron hemorragia intraparenquimal, hemorragia subaracnoidea, trauma Craneal Severo y un Síndrome Postreanimación. Es importante resaltar que en el 100% de casos los pacientes seguidos por Doppler Transcraneal tenían sospecha clínica de Hipertensión intracraneana.

CONCLUSIÓN

El Doppler Transcraneano es una herramienta importante de diagnóstico y seguimiento de pacientes con patología vascular cerebral.

En medicina intensiva, su uso está dirigido a la detección y seguimiento de alteraciones de la hemodinamia cerebral en Stroke isquémico, hemorrágico y en patología de trauma de cráneo.

En nuestra serie de pacientes, mayores Velocidades medias de flujo doppler en Arteria Cerebral Media y valores de Índices de Pulsatilidad próximos a 1 se asociaron a mejor pronóstico neurológico valorado con la puntuación final según a escala de Glasgow.

En el monitoreo continuo en las Unidades de Cuidado Intensivo, en estados de hipertensión intracraneana, patrón de altas resistencias; podría decirse que lo ideal es llevar a los pacientes a una presión arterial media que se traduzca en la mayor velocidad media de flujo con el índice de pulsatilidad más normalizado en el monitoreo por Doppler Transcraneano.

El monitoreo multiparametro, así como la clínica para el momento valorado complementan y enriquecen el valor de la información brindada por Doppler Transcraneano.

No existe estudios previos en nuestro país hechos en unidades de cuidado intensivo donde se halla valorado el valor del monitoreo de parámetros indirectos del flujo sanguíneo cerebral y resistencias tales como el *Índice de Pulsatilidad* y la *Velocidad media* de flujo doppler. Es necesario incrementar la experiencia en el uso de esta técnica y ampliar sus posibilidades de aplicación en el monitoreo y seguimiento de pacientes en las unidades de cuidado intensivo.

///.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Jens Allendoerfer MD^a, Michael Goertler MD^c, Gerhard-Michael von Reutern MD^b. "The Neurosonology in Acute Ischemic Stroke" *The Lancet Neurology*, Volume 5, Issue 10, October 2006, Pages 806-80
2. Hiren C.Patel, Davis K, Menon, Susan Tebbs, Rebeca Hawker, Meter J. Hutchinson, Meter J.Kiskpatrick "Specialist care and outcome from head injury" *Intensive Care Medicine* 2002 28:547-553.
3. Boon Chiang Pang, Vellaisaimy Kuralmani, Rohot Joshi, Yin Hongli, Kah Keow Lee, Beng Ti Ang, Jinyan Li, Tze Yun Leong, and Ivan Ng.
"Hybrid Outcome Prediction Model for severe Traumatic Brain Injury. *Journal of Neurotrauma*. Volume 24, Number 1 2007.
4. Aaslid R, Huber P, Nornes H." Evaluation of cerebrovascular spasm with Transcranial Doppler Ultrasound "*Journal of Neurosurgery*. Vol. 60 (1)(pp 37-41), (1984).
5. Aaslid R. Huber P, Nornes H. "A Transcranial Doppler method in the evaluation of cerebrovascular spasm" *Neurology*. Vol. 8(1) pp 11-16), 1986.
6. Kart-Fredrik Lindegaard; MD, Tryggve Lundar, MD, Jan Wiberg, MD, Dag Sjoberg, BSc, Rune Aaslid, PhD, and Helge Nornes, MD. "Variations in Middle Cerebral Artery Blood flow investigated with Noninvasive Transcranial Blood Velocity Measurements" *Stroke* Vol.18,N|6.1025-1030.November-December.
7. Lennihan L.Petty GW, Fink ME, Solomon RA, Mohr JP. "Transcranial Doppler detection of anterior cerebral artery vasospasm " *Journal of Neurology, Neurosurgery Ex Psichiatry*. Vol.56 (8)(pp 906-909)
8. Creissard P.Proust F, Langlois O. "Vasospasm Dagnosis:Theoretical and real Transcranial sensitivity" *Acta quirurgica*. Vol.136(3-4)(pp 181-185), 1995.
9. Petty GW. Mohr JP. Pedley TA. Tatemichi TK. Lennihan L. Duterte DI.Sacco RL. "The role of Transcranial Doppler in confirming brain death: Sensitivity, specificity and suggestions for performance and interpretation "*Neurology*. Vol. 40(2)(pp 300-303), 1990.

10. Klingelhofer J. Conrad B. Benecke R. "Evaluation of intracranial pressure from Transcranial Doppler studies in cerebral disease" *Journal of Biosciences Vol. 11 (1-4)(pp 159-162), 1987.*
11. Grolimund P. Seiler RW. Aaslid R. Huber P. Zurbrugg H "Evaluation of cerebrovascular disease by combined extracranial and Transcranial Doppler sonography. Experience in 1039 patients" *Stroke Vol 18 (6)(pp 1018-1024), 1987.*
12. Seller. Reulen HJ Huber P. Grolimund P. Ebeling U. Steigner HJ. "Outcome of aneurysmal subarachnoid hemorrhage in a hospital population:" A prospective study including early operation, intravenous nimodipine, and Transcranial Doppler ultrasound "*Neurosurgery. Vol. 23 (5)(pp 598-604), 1988.*
13. Burch CM. Wozniak MA, Sloan MA, Rothman MI, Rigamonti D. Permutt T. Numaguchi Y. "Detection of intracranial internal carotid artery and middle cerebral artery vasospasm following subarachnoid hemorrhage" *Journal of Neuroimaging. Vol. 6(1) (pp 8-15), 1996.*
14. Matte H. Grolimund P. Huber P. Sturzenegger Am. Zurbrugg HR. "Transcranial sonographic findings in middle cerebral artery disease" *Archives of Neurology. Vol. 45(3)(pp 289-295), 1988.*
15. Hurst RW. Schenck C. Raps EC. Farber R. Flamm ES. "Role of transcranial Doppler in neuroradiological treatment of intracranial vasospasm" *Stroke. Vol. 24(2)(pp 299-303), 1993.*
16. Seiler RW. Grolimund P. Aaslid R. et al. "Cerebral vasospasm evaluated by transcranial ultrasound correlated with clinical grade and CT-visualized subarachnoid hemorrhage" *Journal of Neurosurgery. Vol. 64(4)(pp 594-600), 1986.*
17. Salen MA. Burch CM, Wozniak MA. Rothman MI. Rigamonti D. Permutt T. Numaguchi Y. "Transcranial Doppler detection of vertebrobasilar vasospasm following subarachnoid hemorrhage" *Stroke. Vol. 25(11)(pp 2187-2197), 1994.*
18. Romner B. Bellner J. Kongstad P. Sjöholm H. "Elevated Transcranial Doppler flow velocities after severe head injury: cerebrovasospasm or hyperemia?" *Journal of Neurosurgery. Vol. 85(1)(pp 90-97), 1996.*

19. Bellner J, Romner B, Reinsterup P, Kristiansson K-A, Ryding E, Brandt L. "Transcranial Doppler sonography pulsatility index (PI) reflects intracranial pressure (ICP)" *Surgical Neurology*. Vol. 62(1)(pp 45-51), 2004.
20. Schmidt EA, Czosniyka, Gooskens Y, Piechnik SK, Matta BF, Whitfield, JD Pickard. "Preliminary estimation of cerebral perfusion pressure using transcranial doppler ultrasonography" *Journal of Neurol. Neurosurgery Psychiatry* 2001; 70; 198-204.
21. Tsivgoulis Georgios, MDR VT; Vijayk Sharma MD, RVT; Annabelle Y. Lao, MD, Marc CD. Malkoff, MD Andrei V. Alexandrov MD, RVT. "Validation of Transcranial Doppler with Computed Tomography angiography in acute cerebral ischemia" *Stroke* 2007; 38, 1245-1249.
22. Chan KH, Miller JD, Dearden NM. "Intracranial blood flow velocity after head injury relationship to severity of injury, time, neurological status and outcome" *Journal Neurol. Neurosurgery Psychiatry* 1992; 55: 784-791
23. Moreno José A, MD et al "Evaluating the outcome of Severe Head Injury With Transcranial Doppler Ultrasonography" *Neurological focus*, 2006 Lindegaard KF, Nornes H, Bakke SJ, Sorterberg W, Nakstad P (1988) Cerebral vasospasm after subarachnoid haemorrhage investigated by means of transcranial Doppler ultrasound. *Acta urologica Suppl (Wien)* 42: 81-84.
24. Ursino M, Giullioni M, Lodi CA (1998) Relationships among cerebral perfusion Pressure, autoregulation, and Transcranial Doppler waveform: a modeling study. *J Neurosurg* 89: 255-266.
25. Brain Trauma Foundation (2000). The American Association of Neurological Surgeons. The joint section on Neurotrauma and Critical Care. Guidelines for cerebral perfusion pressure. *J. Neurotrauma* 17: 507-511
26. Schmidt EA, Czosniyka M, Gooskens I, Piechnik SK, Matta BF, Whitfield PC, Pickard JD (2001) Preliminary experience of the estimation of cerebral perfusion pressure using transcranial Doppler ultrasonography. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 70: 198-204

- 25.-Edourd AR, Vanhille E, Le Moigno S, Benhamou D, Mazoit JX (2005).Non invasive assessment of cerebral perfusion pressure in brain injured patients with moderate intracranial hypertension.Br J Anaesth94:216-221
- 26.-Seiler R, Grolimund P, Huber P (1986)Transcranial Doppler sonography.An alternative to angiographyin the evaluation of vasospasm after subarachnoid hemorrhage. Acta Radiol Suppl 369_99-102
- 27.-Compton JS,Redmond S,SymonL (1987) Cerebral blood velocity in subarachnoid hemorrhage:A Transcranial Doppler study.J Neurol Neurosurg Psychiatry 50:1499-1503
- 28.--Vora YY,Suarez-Aalmozer M, Steinke DF,Main ML, Findlay JM (1999) Role of transcranial Doppler monitoring in the diagnosis of cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage.Neurosurgery 44:1237-1247
- 29.-Lysakowski C, Walder B,Costanza MC,Tramer MR (2001) Transcranial Doppler versus angiography in patients with vasospasm due a ruptured cerebral aneurysm.A systematic review.Stroke 32:2292-2298.
- 30.- Laumer R,Steinmeier R, Gonner F, Vogtmann T, Priem R, Fahlbusch R (1993).Cerebral hemodynamics in subarachnoid hemorrhage evaluated by Transcranial Doppler sonography.Part 1.Reliability of flow velocities in clinical management. Neurosurgery 33:1-8.
- 31.-Sekhar LN, WechslerLR, Yonas H, Luyckx K, Obrist W (1988) Value of Transcranial Doppler examination in the diagnosis of cerebral vasospasm after subarachnoid hemorrhage.Neurosurgery 22:813-821
- 32.-Lam JM, Smielewski P, Czonyka M, Pickard JD, Kirkpatrick PJ (2000)Predicting delayed ischemic deficits after aneurismal subarachnoid hemorrhage using a transient hyperemic response test of cerebral autoregulation.Neurosurgery 47:819-825
- 33.-Stiger HJ, Aislid R, Stooss R, Seiler RW (1994).Transcranial Doppler monitoring in head injury:relations between type of injury, flow,velocities,vascular reactivity, and outcome.Neurosurgery 34:79-85

- 34.-Muttaqin Z, Uozimi T, Kuwabara S, Arita K, Kurisu K, Ohba S, Kohno H, Ogasawara H, Ohtani M, Mikami T(1993) Hyperaemiaprior o acute cerebral swelling in severe head injuries: the role of Transcranial Doppler monitoring.Acta Neurochir (Wien) 123:76-81
 - 35.-Klingelhofer J, Conrad B Benecke R, Sander D (1987_) Intracranial flow patterns at increasing intracranial pressure.Klin Wochenschr 65:42-545
 - 36.- Kligelhofer J, Conrad B, Benecke R, Sander D, Markaris E(1988) Evaluation of intracranial pressure from trnscranial Dopper studies in cerebral disease.J Neurol 235:159-162
 - 37.- Compton JS, Teddy PJ (1987) Cerebral arterial vasoespasm following severe severe head injury:a transcranial Doppler study.Br J Neurosurg 1:435-439
 - 38.- Hadani M, Bruk B, Ram Z,Knoller N, Bass A(1997)Transiently increased basilar artry flow velocity following aevere head injury:a time course Transcranial Doppler study.J Nuerotrauma 14:629-636
 - 39.-Bazzocchi M, Quai E, Zuiani C, Moroldo M (1998)Transcranial Doppler : state of the art.Eur J Radiol 27 (Suppl 2:S141-S148)
 - 40.-Clivati A, Cioffetti M, Cavestri R, Longhini E (1992) Cerebral vascular pesponsiveness in chronic hypercapnia.Chest 1992 ,102:135-138
 - 41.-Perren F, Horn P, Kern R, Nuelman Hennereci M,Meairs S (2004).A rapid non invasive method to visualizeruptured aneurysms in the emergency room: three-tridimensional power Doppler imaging.J. Neurosurg 100: 619-622
 - 42.-Aaslid R, Markwalder TM, Nomes H. Non invasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries.J Neourosurg 1982.57:769-74
 - 43.-Giller CA, Bowman G,Dyer H, Mootz L,Krippner W, Cerebral arterial diameters during changes in blood pressureand carbone dioxide during craniotomy.Neurosurg 1993;32:737-41
 - 44.-Calderon, Juan A; Espinosa-Sierra, Luis; Perez-Rada, Felipe J; Castilleja al, Fernando; Chavez-Trevino, Jose L; Fernandez-Rangel, Everardo
- PULSATILITY INDEX MEASURED BY TRANSCRANIAL DOPPLER IS USEFUL AS A PROGNOSTIC INDEX FOR NEUROLOGICAL OUTCOMES IN TRAUMATIC BRAIN INJURY

Moppett IK, Majan RP (2004) Transcranial Doppler ultrasonography in anesthesia and critical care. *Br. J Anaesth* 93:710-724.

45.-Puppo C, Lopez , Fariña G, Caragna E, Moraes L, Ituralde A, Biestro A. *“Indomethacin and cerebral autoregulation in severe head injured patients: A transcranial Doppler study.”* *Acta Neurochirurgica (Wien)* 2007; 139:139-149

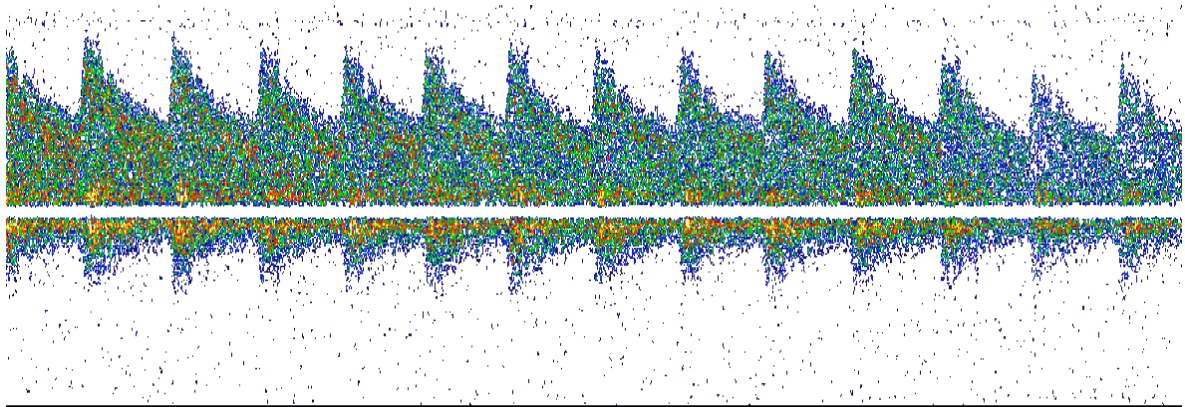
46.-Murillo F, Muñoz et al. *“Hemodinamia cerebral en pacientes con trauma craneoencefálico evaluada con Doppler transcraneano.”* *Neurocirugía* 2002; 13: 196-208

GRAFICOS Y ANEXOS



Equipo Doppler usado para la monitorización y seguimiento de los pacientes.
Doppler Transcraneano.

IMÁGENES OBTENIDAS DE LOS REGISTROS DE MONITOREO DE VELOCIDADES DE FLUJO DE ARTERIA CEREBRAL MEDIA Y ARTERIA CAROTIDA INTERNA.



ARTERIA CEREBRAL MEDIA IZQUIERDA (ACM Izq.)

Ganancia 38 %

Profundidad 75mm

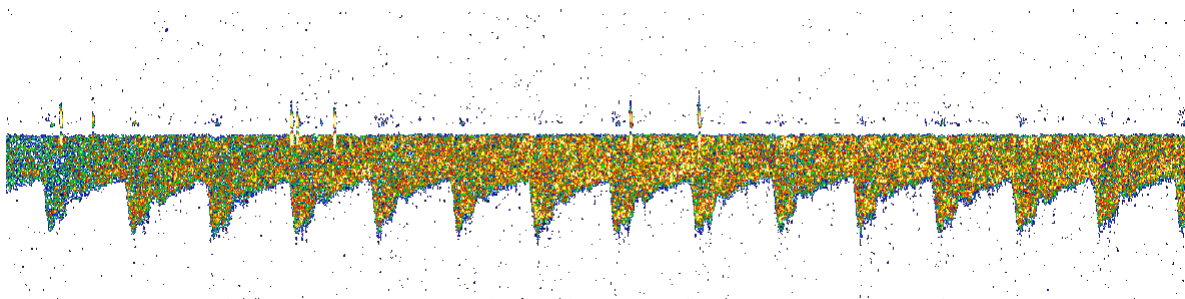
Velocidad Max 117.8 cm/s

Media 81.2 cm/s

Mínima 55.9 cm/s

Índice de Pulsatilidad (PI) 1.3

Índice de Resistencia (RI) 0.7



ARTERIA CAROTIDA INTERNA IZQUIERDA (ACI Izq.)

Profundidad 17mm

Ganancia 38%

Velocidad Máxima 52.2 cm/s

Velocidad Media 33.4 cm/s

Velocidad Minima 22.9

Indice de Pulsatilidad (PI) 0.9

Indice e Resistencia (RI) 0.6

En el grafico se puede objetivar la concordancia de mediciones invasivas hechas en un paciente de la PPC (Presión de perfusión cerebral =PAM-PIC) vs no invasivos obtenidos por estudios de flujo Doppler de Velocidades medias de flujo (V_f) en Arteria Cerebral Media. (ACM).

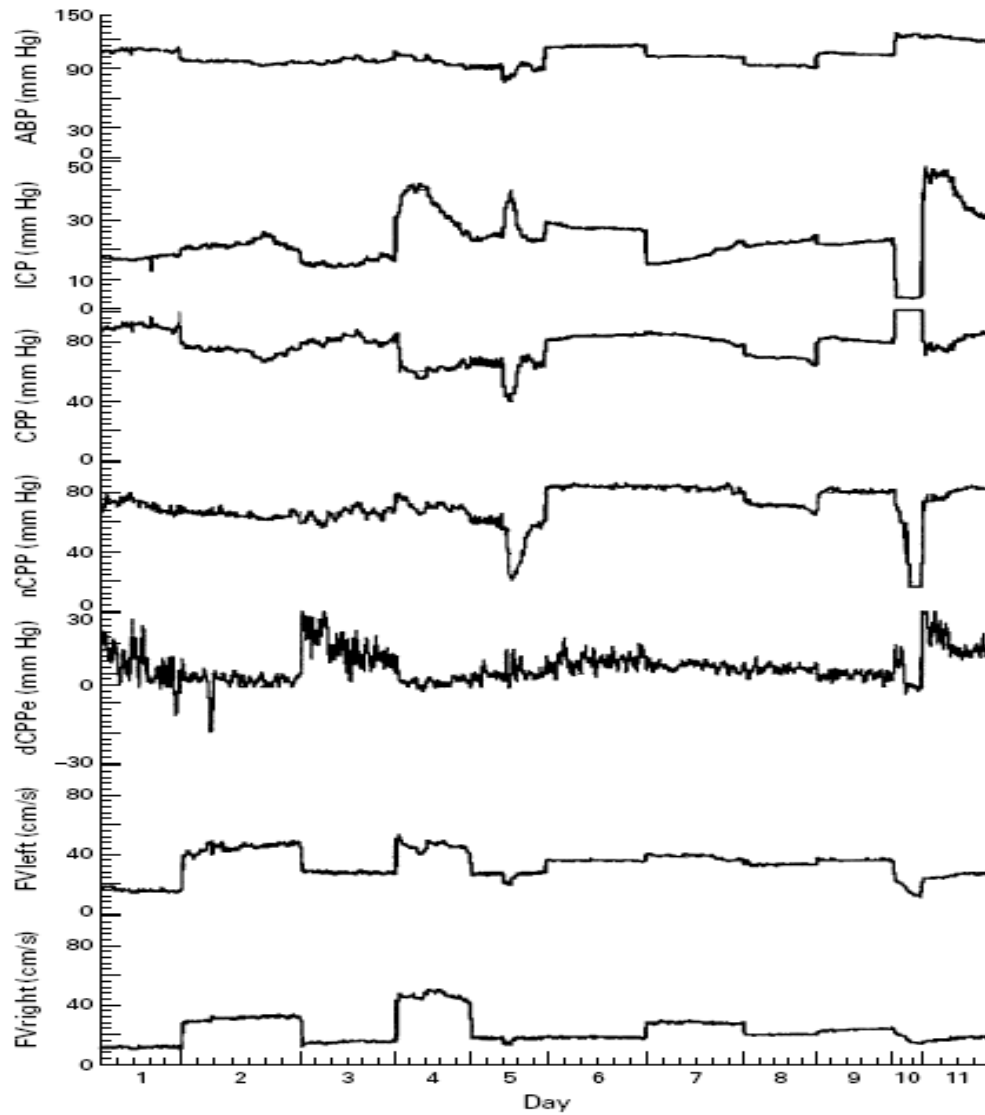


Figure 4 Daily recordings of mean ICP, arterial pressure (ABP), cerebral perfusion pressure (CPP=ABP-ICP), left and right mean flow velocity (FV left and FV right), non-invasive CPP (nCPP), and left to right difference in nCPP (dCPP) in a patient after head injury. Signals were recorded for at least 30 minutes each day.

INDICE

DEDICATORIA – AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	3
INTRODUCCION	4-10
MATERIAL Y METODOS	11-15
ANALISIS ESTADISTICO	16
RESULTADOS	17-27
DISCUSION	27-28
CONCLUSIONES	29-30
BIBLIOGRAFIAS	31-36
GRAFICOS Y ANEXOS	37-39
INDICE	40